# PART4 偏光顕微鏡による鉱物の観察

目標　主要なケイ酸塩鉱物の劈開，多色性，消光，干渉色のそれぞれについて，例を挙げて説明できる。

## Chapter1　鉱物と偏光顕微鏡の構造

鉱物の分析を行うときには，偏光顕微鏡という特殊な顕微鏡が用いられます。ここでは，鉱物の特徴を見直すとともに，偏光顕微鏡の構造について学びましょう。

### 鉱物

**・鉱物とは** 地学基礎

結晶……原子やイオンなどの粒子が規則正しく配列している固体。

鉱物……自然界で形成された結晶。鉱物の種類ごとに粒子の並び方が異なり，それぞれに特徴的な形をもつ。

**・劈開〔へきかい〕**

結晶が一定の面に沿って割れる性質や，その割れ目を**劈開**という。ケイ酸塩鉱物の場合，$SiO_4$ 四面体どうしの結びつきの弱い面で割れることが多い。

劈開の例：

黒雲母…平行な１方向〔平面網目と平行な面〕

角閃石…約 120°で交わる２方向

輝石……約 90°で交わる２方向

### 偏光顕微鏡

**・偏光**

通常の光を波としてみたとき，その振動方向は進行方向と垂直な面内ではさまざまな方向を向いている。このうち，ある１つの面内で振動する光だけを取り出したものを**偏光**という。

・**偏光顕微鏡**

光源とステージの間に固定された 1 枚の偏光板〔下方ニコル〕を入れ，プレパラートに入る光を偏光にした顕微鏡を**偏光顕微鏡**という。

偏光顕微鏡には，対物レンズから接眼レンズまでの間に出し入れ可能なもう 1 枚の偏光板〔上方ニコル〕が備えられている。上方ニコルの偏光の向きは下方ニコルと直交するように設定されており，上方ニコルを用いない観察を**開放ニコル**，上方ニコルを用いる観察を**直交ニコル**という。

・**偏光顕微鏡で観察する試料**

偏光顕微鏡の観察は，鉱物が（反射 / 透過）する光を用いた観察である。岩石試料をスライドグラスに貼り付けて研磨して，岩石部分が約（30 μ m / 3mm）程度の一定の厚さになるようにする。この試料を岩石薄片〔または単に薄片〕という。

まとめ

・結晶が一定の面に沿って割れる性質を＿＿＿＿という。
・輝石では約＿＿＿°，角閃石では約＿＿＿°に交わる 2 方向の劈開が見られる。

# Chapter2　偏光顕微鏡による鉱物の観察

ここでは，偏光顕微鏡で鉱物のどのような特徴がわかるのかについて学びましょう。

## 開放ニコルでの観察

### ・鉱物の色と多色性

鉱物を光が通過するとき，一部が吸収される。一般に，吸収の強さは結晶に対する光の振動方向によって異なる。また，一部の鉱物では吸収の強さが光の色〔波長〕によっても異なり，これによって鉱物が色付いて見える。

| 入射光の色 | 波長によらず同じ程度だけ吸収される場合 | 赤色光が他の色の光より強く吸収される場合 |
|---|---|---|
| 赤色〔特定の波長〕 | 明るさが変化〔暗く見える〕 | 明るさが変化〔暗く見える〕 |
| 白色〔さまざまな波長〕 | 明るさが変化〔暗く見える〕 | 色が変化〔青っぽく見える〕 |

白色光の偏光を入射光としてステージを回転させながら開放ニコルで観察すると，鉱物の結晶と光の振動方向との関係が変化する。このときに見られる色の変化を**多色性**という。

多色性は，かんらん石以外の有色鉱物で見られる。

## 直交ニコルでの観察

### ・光学的異方性

多くの鉱物は，結晶と光の振動方向との関係によって光の伝わる速さが異なる。この性質を光学的異方性という。

光学的異方性をもつ鉱物に偏光が入射すると，直交する2つの方向の偏光に分かれる。

### ・消光

白色光の偏光を入射光としてステージを回転させながら直交ニコルで観察すると，鉱物の結晶と光の振動方向との関係が変化し，上方ニコルを通過する光の強さが90°周期で変化する。

鉱物がほぼ真っ暗に見える状態を**消光**という。鉱物の劈開や長辺の方向と消光する向きとの関係が鉱物によって異なるほか，石英は（波状消光 / 縞状消光），斜長石は（波状消光 / 縞状消光）を示すことがある。

・**干渉色**

光学的異方性をもつ鉱物に偏光が入射したとき，分かれた2つの偏光は速度が異なり，鉱物から出たときには光の波にずれが生じる。2つの偏光が上方ニコルを通るとき，波長によって強め合ったり弱め合ったりする。その結果として見える直交ニコルでの鉱物の色を**干渉色**という。

干渉色は，同じ鉱物でも薄片上での向きによって色が異なる。無色鉱物の干渉色はつねに灰色であり，有色鉱物の干渉色は灰色のものもあるが鮮やかな色となることもある。

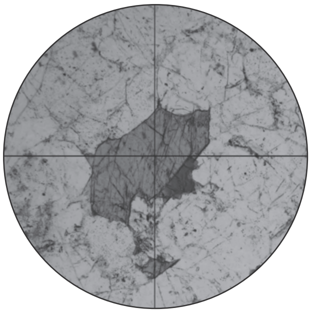
まとめ

・ステージを回転させながら開放ニコルで観察したとき，鉱物の色が変わって見える性質を＿＿＿＿という。この性質は，有色鉱物のうち＿＿＿＿以外でみられる。
・ステージを回転させながら直交ニコルで観察したとき，鉱物がほぼ真っ暗に見える状態を＿＿＿＿という。この状態は，ステージを＿＿＿°回転させるごとに観察される。
・直交ニコルで見える鉱物の色を＿＿＿＿という。無色鉱物ではつねに灰色だが，有色鉱物では鮮やかな色となることもある。

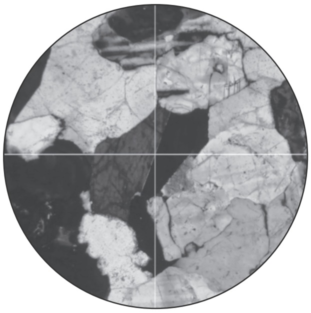
# Chapter3　演習問題

　次の図は，ある火成岩の薄片を偏光顕微鏡で観察して得られた写真〔視野の直径は約 1.2mm〕です。この図を例にして，偏光顕微鏡の観察からわかることについて確認しましょう。

a



b



**問題(1)**　a と b は，それぞれ同じ薄片の開放ニコルと直交ニコルで得られた写真です。劈開のようすをもとに推定すると，これらの写真の十字線の真下にある鉱物は何でしょうか。

**問題(2)**　開放ニコルの状態でステージを回転させると，a で色づいて見える鉱物は薄い緑色から暗い緑色を示しながら色を変化させました。鉱物のもつこのような性質を何と呼ぶでしょうか。

**問題(3)**　a では白く見える部分のうち上の方などには，b で見ると白黒の縞模様をもつ鉱物があることがわかります。この鉱物は何でしょうか。

**問題(4)**　含まれる鉱物と組織をもとに推定すると，この岩石は何でしょうか。可能性のある名前を２つ挙げましょう。

**ここがPOINT**

火成岩の分類を行うときは，
・火山岩か深成岩か
・苦鉄質〜ケイ長質のどれか
に注意します。
　自信のない人は，地学基礎の火成岩の分類を復習しておきましょう。

# 第7講 PART4 確認問題

次の文章を読み，下の問いに答えよ。

**問1** 結晶とは原子やイオンなどの粒子が規則正しく配列している固体である。自然界で形成された結晶のことを（ ア ）といい，その種類ごとに粒子の並び方が異なり，それぞれに特徴的な形をもつ。結晶が一定の面に沿って割れる性質や，その割れ目を（ イ ）という。代表的な例として，（ ウ ）は平行な1方向に割れ，（ エ ）は約120°で交わる2方向で割れる。

(1) 空欄アに入る語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 薄片　　② 鉱物
③ 偏光　　④ 劈開

(2) 空欄イに入る語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 薄片　　② 鉱物
③ 偏光　　④ 劈開

(3) 空欄ウ，エに入る語句の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① ウ：角閃石　　エ：輝石
② ウ：角閃石　　エ：黒雲母
③ ウ：黒雲母　　エ：角閃石
④ ウ：黒雲母　　エ：輝石

問２　偏光顕微鏡でのケイ酸塩鉱物の観察について，次の問いに答えよ。

(1)　開放ニコルでの観察でのみ見られる現象として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　多色性　　②　劈開

③　干渉色　　④　消光

(2)　多色性が見られない有色鉱物として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　黒雲母　　②　輝石

③　石英　　④　かんらん石

(3)　干渉色についての記述として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　同じ種類の鉱物でも条件により色が異なる。

②　無色鉱物では干渉色は見られない。

③　有色鉱物では必ず鮮やかな色が見られる。

④　光学的異方性をもたない鉱物で見られる。

# 第７講　火山

## PART1　造岩鉱物の性質

問題(1)　$SiO_4^{4-}$，２個，固溶体

問題(2)　２つ，２つまたは３つ，３つ，かんらん石，黒雲母

## PART2　マグマの発生

問題(1)　120，50

問題(2)　冷たい，150，50，

## PART3　マグマの性質の変化

問題(1)　ア：172　イ：60　ウ：35

問題(2)　エ：500　オ：35　カ：900　キ：465　ク：52

## PART4　偏光顕微鏡による鉱物の観察

問題(1)　角閃石

問題(2)　多色性

問題(3)　斜長石

問題(4)　閃緑岩・花こう岩

# 第 7 講　PART4　確認問題　解答

## 問 1

(1)　②

解説：
自然界で形成された結晶を鉱物という。

(2)　④

解説：
結晶が一定の面に沿って割れる性質を劈開という。

(3)　③

解説：
黒雲母は平行な 1 方向で割れる。角閃石は約 120° で交わる 2 方向，輝石は約 90° で交わる 2 方向で割れる。

## 問 2

(1)　①

解説：
開放ニコルで観察したとき，ステージを回転させると色が変化するものがある。この色の変化を多色性という。なお，劈開は鉱物の割れ目なので，直交ニコルでも見られる。

(2)　④

解説：
多色性は，かんらん石以外の有色鉱物で見られる。

(3)　①

解説：
干渉色は，光学的異方性をもつ鉱物を観察したときに見られる。ケイ酸塩鉱物のうち無色鉱物の干渉色は灰色であり，有色鉱物の干渉色は灰色のものもあるが，鮮やかな色となるものもある。